

SELF-ORGANIZED MAPS APPLIED TO THE ANALYSIS OF UNIVERSITY RANKINGS IN HIGHER EDUCATION

MAPAS AUTO-ORGANIZÁVEIS APLICADOS À ANÁLISE DE CLASSIFICAÇÕES UNIVERSITÁRIAS NO ENSINO SUPERIOR

ABSTRACT

This paper proposes an analysis of university performance in Latin American countries from data obtained from the Webometrics Ranking of World Universities from 2019. This paper proposes an analysis of university performance of Latin American countries from data obtained from the Webometrics Ranking of World Universities from 2019. Through the neural network called Self-Organizing Maps, which has as one of its objectives to group data that are similar, a reduction in the dimensionality of the data was performed. A total of 3,965 universities from 48 Latin American countries were grouped according to 4 ranking indicators and, subsequently, maps were produced that allowed the generation of regions with data that have similar characteristics. A 25x25 map with 5 groupings was obtained where it was possible to trace the profiles of each group and analyze their performance. From this, it was possible to identify the countries that had the best performance in higher education. Thus, the results obtained serve as a source of information for decision-making in the planning, implementation and evaluation of policies to improve the quality of higher education.

Keywords: Higher education institutions, Data Analysis, Performance Measurement, Strategy, Self-Organizing Maps

RESUMO

Este artigo propõe uma análise de desempenho universitário de países latino-americanas a partir de dados obtidos do Webometrics Ranking of World Universities do ano de 2019. Através da rede neural denominada Mapas Auto Organizáveis, que tem como um de seus objetivos agrupar dados que são semelhantes, foi realizada uma redução da dimensionalidade dos dados. Foram agrupadas 3.965 universidades de 48 países da América Latina de acordo com 4 indicadores do ranking e, posteriormente, elaborado mapas que permitiram gerar regiões com os dados que possuem características similares. Foi obtido um mapa de tamanho 25x25 com 5 agrupamentos onde foi possível traçar os perfis de cada grupo e analisar a sua performance. A partir disso, foi possível identificar os países que obtiveram melhor desempenho no ensino superior. Assim, os resultados obtidos servem como fonte de informação para a tomada de decisão no planejamento, implementação e avaliação de políticas para a melhoria da qualidade do ensino superior.

Palavras chave: Instituição de ensino superior, Análise de dados, Mensuração de desempenho, Estratégia, Mapas auto-organizáveis

O presente estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

1. INTRODUÇÃO

A web, provavelmente, já é a principal vitrine das universidades. Em um mundo onde todos os dias as pessoas se tornam mais interconectados, a visibilidade global da academia está claramente ligada ao seu compromisso com a rede mundial. A web acadêmica é uma fonte global de conhecimento e um meio de comunicação e realizações científicas e culturais (AGUILLO; ORTEGA; FERNÁNDEZ, 2008).

O impacto das publicações eletrônicas é muito maior do que o obtido por periódicos tradicionais e livros em papel, os sites são a maneira mais eficiente e barata de impulsionar as três missões acadêmicas: ensino, pesquisa e transferência (AGUILLO; ORTEGA; FERNÁNDEZ, 2008). A Disseminação da educação superior envolve uma série de investimentos e gastos consideráveis da sociedade, seja instituições públicas ou instituições privadas. Em busca de maior transparência, eficiência, vários métodos de avaliação de desempenho e resultados da educação superior estão surgindo (THERY, 2010) e constantemente sendo aprimorados.

Em pouco tempo os rankings universitários têm se tornado bastante influentes e populares (SANTOS, 2015) devido à semelhança com formas mais usuais de classificação que resumem informações complexas em apenas um único número. Essa praticidade contribui para uma rápida divulgação tanto por parte da imprensa como por partes dos gestores das instituições o que remete a uma situação enganosa de clareza e simplicidade. Essa percepção facilita interpretações equivocadas por parte da sociedade levando a crer que uma posição privilegiada no ranking reflete a qualidade de uma instituição.

O processo de medição de desempenho em qualquer tipo de serviço constitui-se de uma ação fundamental para se entender como as atividades estão sendo executadas, quais os resultados estão sendo obtidos, bem como propor uma análise quanto às mudanças necessárias para o alcance de melhores resultados.

Várias técnicas de análises de dados vêm surgindo recentemente como a aplicação da inteligência artificial em grandes bancos de dados. As redes neurais são técnicas que procuram reproduzir de maneira simplificada as conexões do sistema biológico neural gerando representações bidimensionais de banco de dados de alta dimensionalidade. Estão sendo utilizadas em uma grande variedade de aplicações como por exemplo, classificação, visualização e agrupamento de dados.

Propõe-se aqui uma análise de eficiência acadêmica baseada nos quatro indicadores do Webometrics fazendo o uso do algoritmo de Kohonen para segmentar os dados do ranking e extrair informações úteis de uma maneira rápida e confiável.

Os resultados deste estudo são apresentados em forma de mapas e tabelas que mostram as instituições agrupadas de acordo com o seu desempenho nos indicadores. A análise permitiu observar as semelhanças entre universidades de toda a América Latina e gerar perfis de cada agrupamento, o que permite a identificação de tendências e os pontos positivos e oportunidades de melhoria da comunidade acadêmica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Webometrics Ranking of World Universities

O Webometrics Ranking of World Universities é o maior ranking acadêmico de Instituições de Ensino Superior e o maior ranking por número de IESs analisadas (WEBOMETRICS, 2019). É realizado pelo Laboratório de Cybermetrics (CSIC) para fornecer informações confiáveis sobre o desempenho de universidades de todo o mundo com base em sua presença na web e impacto.

O Webometrics Ranking mede o volume, a visibilidade e o impacto das páginas da universidade, com ênfase especial na produção científica (RAUHVARGERS, 2011).

O ranking foi construído a partir de dados da Web publicamente disponíveis, combinando as variáveis em um indicador composto e com uma cobertura global real permitindo que quase todas as instituições de ensino superior do mundo se comparem com outras.

Os indicadores da Web são muito úteis para fins de classificação, pois não se baseiam no número de visitas ou no design da página, mas no desempenho global e na visibilidade das universidades (WEBOMETRICS, 2019). O ranking utiliza 4 indicadores para fins de classificação (WEBOMETRICS, 2019) que são:

- **Presença (5%):** mede a quantidade de páginas da web da instituição incluindo todos os subdomínios e todos os tipos de arquivo como documentos no formato .pdf.
- **Visibilidade / Impacto (50%):** São contabilizados todos os links externos que o domínio da universidade recebe dos demais sites.
- **Transparência (10%):** Número de citações dos principais autores de acordo com o Google Scholar.
- **Excelência (35%):** Número de artigos entre os 10% mais citados em 26 disciplinas para o período de cinco anos (2012-2016).

O objetivo do ranking não é avaliar sites mas sim fazer uma análise de link para avaliar a qualidade, pois se apresenta como uma ferramenta muito mais poderosa do que a análise de citações ou pesquisas globais (WEBOMETRICS, 2019).

O Webometrics fornece uma aproximação de como uma instituição funciona em comparação com outras, no final, uma classificação confiável só é possível se a presença na web for um espelho confiável da universidade (RAUHVARGERS, 2013). O ranking Webometrics correlaciona-se bem com a qualidade da educação fornecida e o prestígio acadêmico, mas outras variáveis não acadêmicas precisam ser levadas em conta, os estudantes candidatos devem usar critérios adicionais se estiverem tentando escolher uma universidade.

2.2. Self-Organizing Maps

O mapa auto-organizável (SOM) é um dos métodos de aprendizagem não supervisionados mais conhecidos conforme (KOHONEN, 1990) e (KOLEHMAINEN, 2004). É um tipo de rede neural artificial baseada em aprendizado competitivo e não supervisionado (ZUCHINI, 2003).

Uma rede neural artificial, pode ser descrita (KOLEHMAINEN, 2004) da seguinte forma:

1) Um conjunto de dados é apresentado, em ordem aleatória e de forma repetitiva, a uma rede composta por neurônios.

2) Para cada dado apresentado à rede, haverá uma competição entre todos os neurônios para poder representá-lo, onde o neurônio mais próximo do dado vence a competição (KASKI, 1997), (ZUCHINI, 2003). O neurônio vencedor de índice c é representado pela equação (1).

$$c=c(x)=arg \min_i \{\|m_i-v_n\|^2\} \quad (1)$$

Calcula-se a distância do vetor de pesos m_i de cada neurônio i ao vetor v_n .

3) Este neurônio é chamado BMU (Best Matching Unit), o neurônio BMU tem seus pesos alterados para se aproximar ainda mais do dado apresentado, aumentando a probabilidade do mesmo neurônio vencer uma nova apresentação do dado (ZUCHINI, 2003), (EHSANI; QUIEL; MALEKIAN, 2010). Essa alteração nos pesos sinápticos do neurônio é dada pela equação (2).

$$m_i(t+1) = m_i(t) + \alpha(t) \cdot h_{ci}(t) \cdot [m_i(t) - v_n(t)] \quad (2)$$

Onde t representa o tempo e $\alpha(t)$ a taxa de aprendizado.

4) Os neurônios próximos do neurônio vencedor também terão seus pesos ajustados (ZUCHINI, 2003), (HAYKIN, 2001) na direção do dado pela função de vizinhança descrita pela equação (3).

$$h_{ci} = h(\|r_c - r_i\|, t) \quad (3)$$

Onde r_c e r_i representam as posições dos neurônios de índices c e i dentro do arranjo. Desta forma o neurônio BMU atrai os neurônios vizinhos em sua direção.

5) O passo 2) é repetido até não haver mais mudanças significativas na topologia do mapa.

Este modelo tem sido bastante utilizado na busca de soluções para problemas de agrupamento e exploração de dados (KOHONEN, 2013), sendo um modelo é amplamente aplicado em diferentes áreas com a indústria, finanças, e a gestão de grandes bases de dados (COSTA; ANDRADE; PASA, 2015).

A facilidade de visualização dos mapas de se deve pela habilidade em aproximar a densidade de probabilidade dos dados de entrada e representá-los em apenas duas dimensões (COSTA; GOMES, 2013).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O universo desta pesquisa compreende 3.695 universidades da América Latina avaliadas pelo Webometrics Ranking of World Universities Rankings no ano de 2019. As características que diferenciaram as universidades foram Presença, Impacto, Abertura e Excelência.

As informações foram extraídas do site onde estão disponíveis os dados das 4 dimensões que são avaliados pelo ranking. Posteriormente os dados foram organizados em tabelas no

software Microsoft Excel, sendo necessário realizar um triagem para assim poder gerar os mapas.

Depois de formatado, os dados foram normalizados e, em seguida, transportados para o software Matlab por meio de uma toolbox, que transforma os dados em uma matriz multidimensional que pode ser trabalhada pelas funções do Matlab. O algoritmo simplificado é descrito a seguir:

- a) Leitura de dados com a função “som_read_data”;
- b) Normalização dos dados com a função “som_normalize”;
- c) Inicialização e treinamento do mapa com a função “som_batchtrain”;
- d) Agrupar os dados com a função “kmeans”;
- e) Exibir o mapa com “som_show”;
- f) Gerar o perfil de cada agrupamento com a função “som_bmus”.

O algoritmo SOM foi executado com os seguintes parâmetros:

- Tamanho do mapa: $5 \times \sqrt{3695} \cong 304$
- Dimensões do mapa: 20x20
- Topologia do mapa: hexagonal
- Número de Épocas: 2000
- Erro de Quantização Final: 0,0205
- Erro Topográfico Final: 0,0235

Após a execução do algoritmo, foi obtido um mapa com os agrupamentos das universidades que são semelhantes. O mapa é dividido em 5 grupos que representam as IES semelhantes em cada dimensão. Em seguida, o algoritmo do SOM foi novamente executado usando como entrada os dados do grupo com melhor desempenho, gerando uma hierarquização do grupo. Para estes novos mapas foram adotados os seguintes parâmetros:

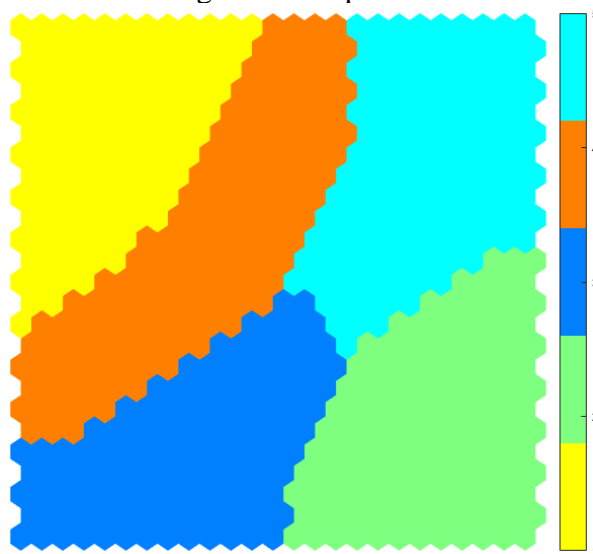
- Tamanho do mapa: $5 \times \sqrt{968} \cong 156$
- Dimensões do mapa: 15x15
- Topologia do mapa: hexagonal
- Número de Épocas: 2000
- Erro de Quantização Final: 0,0312
- Erro Topográfico Final: 0

Após o desenvolvimento dos mapas agrupados, foram geradas tabelas para facilitar realização das transições e demais análises. Com as tabelas foi possível traçar perfis médios dos agrupamentos obtendo os valores médios para cada grupo e calcular as participações de cada país nos agrupamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do processo metodológico descrito no capítulo anterior foram obtidos mapas e perfis dos agrupamentos das universidades da América Latina referente as quatro dimensões do ranking Webometrics 2019. De posse do mapa geral, vide figura 1, é possível examinar o comportamento dos grupos.

Figura 1: Mapa SOM.



A Figura 1 ilustra o mapa SOM segmentado em cinco clusters para as universidades latino-americanas. A partir da análise do mapa foram obtidas tabelas e gráficos, permitindo o detalhamento de cada agrupamento. O número de universidades presentes em cada agrupamento está disposto conforme o quadro 1.

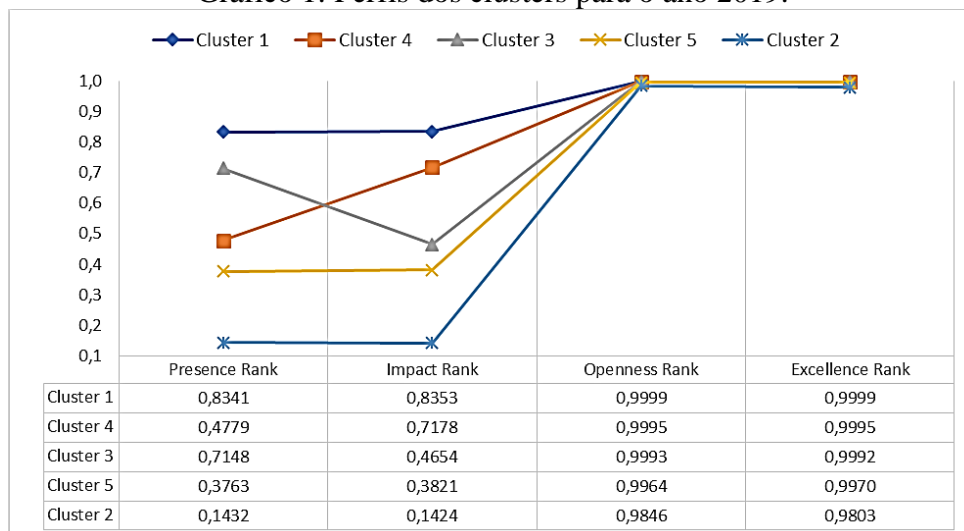
Quadro 1: Classificação e número de Universidades por Cluster.

CLUSTER	QUANTITY	RANK
1	968	1º
4	707	2º
3	525	3º
5	545	4º
2	950	5º

O cluster 1, em amarelo, que apresenta o melhor desempenho, dispõe do maior número de universidades, seguido pelo grupo 2 e 4, respectivamente. O cluster 2, representado pela cor verde na figura 1, é o que possui o menor desempenho enquanto o cluster 4, em laranja, tem o segundo melhor. O cluster 3, em azul escuro, é o terceiro colocado, é o que contém a menor quantidade de universidades e por fim o cluster 5, em azul claro, ficando na quarta colocação.

Pelo gráfico 1 é possível acompanhar o desempenho dos clusters nas quatro dimensões investigadas.

Gráfico 1: Perfis dos clusters para o ano 2019.



Extrai-se das análises que o cluster 1 representa as universidades com o melhor desempenho nas variáveis estudadas, liderando com supremacia as duas primeiras dimensões: Presence rank e Impact rank. As universidades com o segundo melhor desempenho estão reunidas no agrupamento 4, embora na dimensão Presence rank seja o terceiro colocado.

O cluster 3, terceiro colocado entre os demais, apresenta o segundo melhor desempenho na dimensão Presence rank. O cluster 5 mostra um desempenho melhor que apenas o cluster 2. O cluster 2 evidencia um desempenho abaixo dos demais nas dimensões Presence rank e Impact rank.

Constata-se que, com exceção do cluster 2, os demais clusters estão tecnicamente empatados nas primeiras posições das dimensões Openness rank e Excellence rank, o cluster 2, ainda que não apresente o melhor desempenho nessas dimensões, logrou uma considerável melhora no seu desempenho em relação as duas primeiras dimensões até aqui analisadas. A quantidade de países que possuem representações em cada cluster pode ser visualizada no quadro 2.

Quadro 2: Nacionalidades por Cluster.

CLUSTER	COUNTRIES	RANK
1	32	1º
4	34	2º
3	37	3º
5	32	4º
2	20	5º

Dos 41 países avaliados 48% possuem universidades no cluster 2, o qual se verifica o menor desempenho. O cluster 1 tem representantes de 78% dos países e também abrange a maior quantidade de universidades conforme o quadro 1.

O cluster 3, terceiro colocado no ranking, embora seja o cluster que apresente a menor quantidade de universidades, como apresentado no quadro 1, é o que contém a maior quantidade de nacionalidades em sua composição. O quadro 3 indica o total de universidades por país em cada cluster.

Quadro 3: Universidades por país em cada cluster.

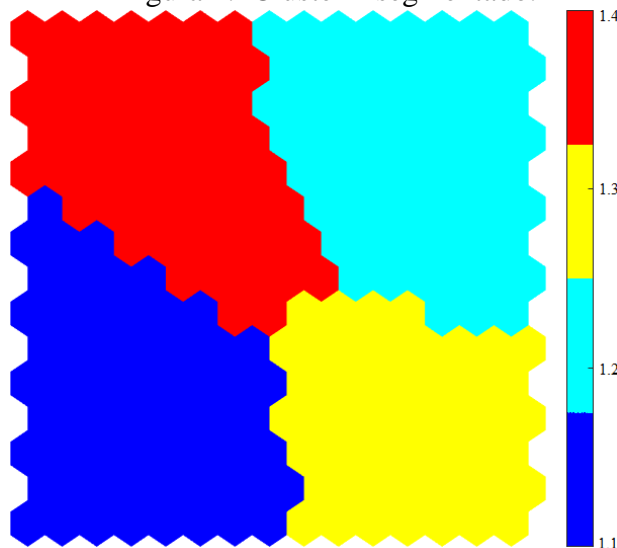
COUNTRY	CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3	CLUSTER 4	CLUSTER 5	TOTAL
Brazil	329	361	162	277	255	1384
Mexico	96	350	154	153	147	900
Colombia	116	37	25	73	37	288
Peru	65	32	6	31	41	175
Chile	48	37	18	25	18	146
Argentina	77	3	12	23	1	116
Venezuela	20	14	12	13	7	66
Costa Rica	14	13	17	11	7	62
Ecuador	51	1	1	7	2	62
Bolivia	21	11	10	6	6	54
Nicaragua	9	12	11	7	3	42
Dominican Republic	14	4	14	5	3	40
Uruguay	20	8	3	9	0	40
Paraguay	8	6	7	9	8	38
El Salvador	14	5	8	8	2	37
Puerto Rico	13	2	9	12	0	36
Panama	8	8	7	6	0	29
Cuba	10	5	1	10	2	28
Jamaica	5	8	6	2	2	23
Guatemala	10	1	2	6	1	20
Honduras	5	3	7	1	0	16
Haiti	1	9	3	1	0	14
Trinidad and Tobago	3	4	3	1	1	12
Aruba	1	2	4	2	0	9
Guyana	2	5	1	0	0	8
Saint Kitts and Nevis	0	1	3	2	1	7
Barbados	2	1	2	1	0	6
Saint Lucia	1	1	3	0	1	6
Belize	1	1	3	0	0	5
Cayman Islands	0	1	4	0	0	5
Dominica	1	1	1	0	0	3
Suriname	0	1	1	1	0	3
Antigua and Barbuda	0	0	1	1	0	2
Bahamas	0	1	0	1	0	2
Granada	1	0	1	0	0	2
Montserrat	0	1	1	0	0	2
Saint Vincent and the Grenadines	0	0	1	1	0	2
Virgin Islands	1	0	1	0	0	2
Anguilla	0	0	0	1	0	1
Bermuda	1	0	0	0	0	1
Guadalupe	0	0	0	1	0	1

O Brasil possui 37,4% do total de universidades analisadas, seguido pelo México com 24,3%, Colombia com 7,8%, Peru com 4,73% e Chile com 3,95%.

O cluster 1 é composto por cerca de 33,9% de universidades brasileiras, 11,9% de universidades Colombianas e 9,9% de instituições Mexicanas.

O cluster 1 foi novamente segmentado. As 968 universidades presentes no cluster 1 foram separadas em 4 novos clusters. O novo mapa hierárquico é mostrado na figura 2.

Figura 2: Cluster 1 segmentado.



Com a segmentação do mapa do Cluster 1 é possível fazer uma análise mais detalhada desse cluster, conforme o quadro 4.

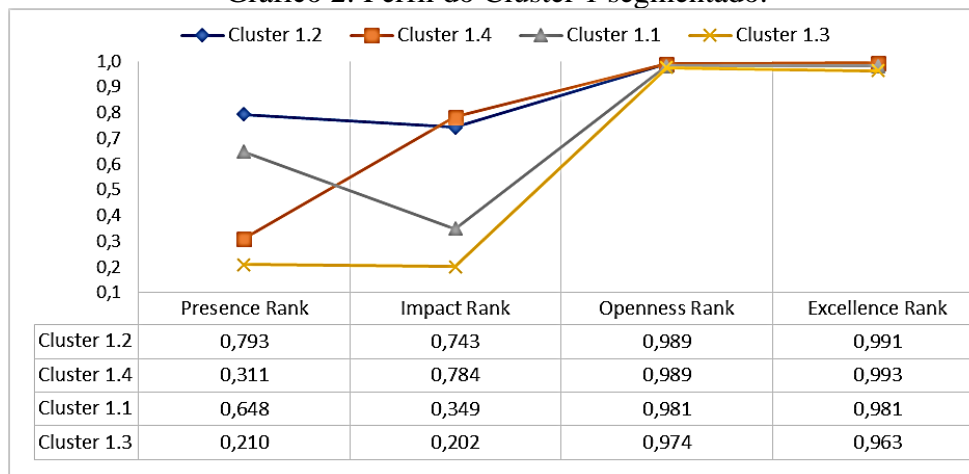
Quadro 4: Detalhamento da segmentação do cluster 1.

RANKING	QUANTITY	CLUSTER
1º	309	1.2
2º	200	1.4
3º	291	1.1
4º	168	1.3

Explorando essa nova segmentação, é possível verificar que o cluster 1.2 ostenta a maior quantidade de universidades entre os demais, essas 309 universidades são as que apresentam um melhor desempenho no geral.

O cluster 1.3, que contém a menor quantidade de universidades, simboliza as universidades que tem um desempenho um pouco abaixo das mais bem avaliadas. O gráfico 2 é uma síntese do desempenho dos clusters da figura 2.

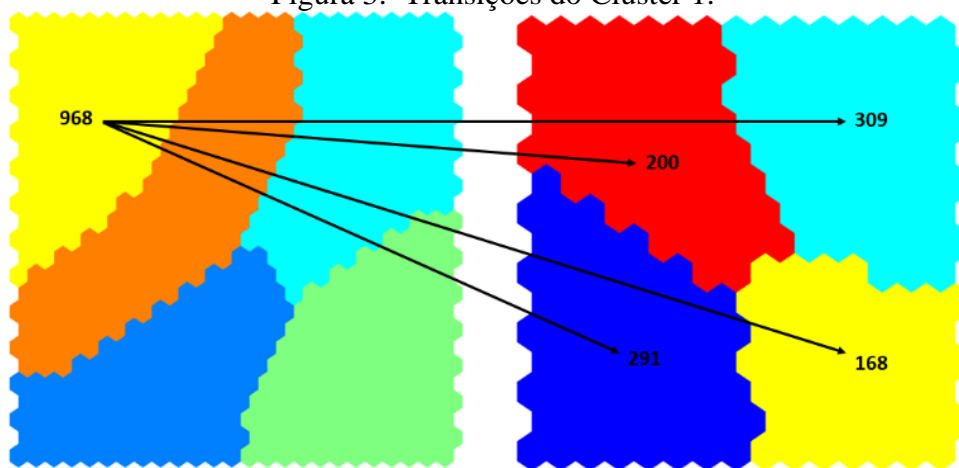
Gráfico 2: Perfil do Cluster 1 segmentado.



O cluster 2A, mais bem colocado no geral entre as quatro dimensões, tem seu desempenho superado pelo cluster 4A na dimensão Impact rank e Excellence rank.

O cluster 4A, com o segundo melhor desempenho no geral, aparece com o melhor desempenho nas dimensões Impact rank e Excellence rank. Pela figura 3 é verificada a transição das universidades para os quatro novos clusters.

Figura 3: Transições do Cluster 1.



A análise revela que 31,9% das universidades do Cluster 1 se encontram no Cluster 1.2. As 309 universidades do Cluster 1.2 estão distribuídas em 20 países como mostra o quadro 5.

Quadro 5: Universidades por país no cluster segmentado.

COUNTRY	CLUSTER 1.1	CLUSTER 1.2	CLUSTER 1.3	CLUSTER 1.4
Argentina	27	27	0	23
Aruba	1	0	0	0
Barbados	0	0	2	0
Belize	0	0	1	0
Bermuda	1	0	0	0
Bolivia	4	4	13	0
Brazil	116	109	32	72
Chile	10	20	1	17
Colombia	39	32	13	32
Costa Rica	3	5	2	4
Cuba	2	3	3	2
Dominicana	0	1	0	0
El Salvador	2	4	8	0
Ecuador	1	19	30	1
Granada	0	1	0	0
Guatemala	0	5	5	0
Guyana	0	0	2	0
Haiti	1	0	0	0
Honduras	0	2	3	0
Virgin Islands	0	1	0	0
Jamaica	2	1	2	0
Mexico	31	32	4	29
Nicaragua	0	1	4	4
Panama	2	3	3	0
Paraguay	0	2	5	1
Peru	26	15	19	5
Puerto Rico	6	4	1	2
Dominican Republic	3	4	7	0
Saint Lucia	0	0	1	0
Trinidad and Tobago	0	1	1	1
Uruguay	8	6	5	1
Venezuela	6	7	1	6

De acordo com o quadro 5 é comprovado que os países Argentina, Brazil, Chile, Colombia e Mexico detêm cerca de 71,2% das universidades que compõe o Cluster 1.2. Sendo só o Brazil responsável por 35,2% desta parcela. O desempenho no ensino superior desses países pode ser observado no quadro 6.

Quadro 6: Desempenho por país.

COUNTRY	CLUSTER 1	CLUSTER 1.2	DESEMPENHO
Argentina	77	27	35,06%
Brazil	329	109	33,13%
Chile	48	20	41,67%
Colombia	116	32	27,59%
Mexico	96	32	33,33%

Pela análise do quadro 6 é possível constatar uma melhor eficiência do Chile seguido pela Argentina, México, Brasil e Colômbia, respectivamente. Das universidades que constituem os clusters com os melhores rendimentos, apenas a Colômbia tem um rendimento abaixo de 30%. O quadro 7 dispõe a eficiência absoluta dos dois países.

Quadro 7: Desempenho Geral.

COUNTRY	TOTAL	CLUSTER 1.2	DESEMPENHO
Argentina	116	27	23,28%
Brazil	1384	109	7,88%
Chile	146	20	13,70%
Colombia	288	32	11,11%
Mexico	900	32	3,56%

Embora o Brasil tenha a maior quantidade de universidades no Cluster 1.2, que tem como perfil o melhor rendimento geral, é a Argentina que consegue ser mais eficiente dentre os países. Com 27 instituições no cluster 1.2 de um total de 116 analisadas, a Argentina tem um percentual de desempenho de 23,28%. O Brasil, embora tenha 109 universidades do Cluster 1.2, o total de universidades estudadas foi de 1.384 o que reduz sua eficiência para cerca de 7,87%.

A análise permite avaliar os países que possuem uma maior eficiência no ensino superior. O método utilizado é uma ferramenta que permite compreender os dados complexos do ensino superior da América Latina, sendo uma importante ferramenta para auxiliar no planejamento e definições de estratégias educacionais para universidades latino-americanas, auxiliando na identificação das semelhanças e particularidades entre elas.

5. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

Este artigo apresentou uma metodologia de análise de dados alternativa aos métodos tradicionais de classificação, com base em informações constantes no site Webometrics. Mapas de Kohonen foram utilizados permitindo o agrupamento e visualização de universidades com características similares e as análises do mapa hierárquico do cluster de melhor desempenho foram fundamentais para mostrar a eficiência do método para este tipo de análise.

O fato de a Argentina ter apenas nove instituições no top 100 do Web Ranking da América Latina não significa que ela está às margens do conhecimento, de acordo com as análises é o país com o melhor desempenho no ensino superior. Tal fato pode estar relacionado com a sua participação no projeto Alfa Tuning (RUEDA; LIMA, 2018) que se trata de uma expansão educacional do modelo de Bolonha para a América Latina. A supremacia das universidades europeias nos mais variados rankings universitários mundiais são incontestáveis, são caracterizadas por uma metodologia cujo o foco está voltado para o alcance e desenvolvimento de competências. Na América Latina, este projeto busca a convergência das diretrizes do modelo difundido na Europa, o projeto se estende a 18 países da América Latina:

Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Chile, Equador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela. A Argentina lidera em número de universidades participantes com 18, seguida pelo Chile com 17, Colômbia com 15, Brasil com 13 e o México com 12, esta mesma ordem pode ser observada na análise de desempenho mostrada no Quadro 7 o que reforça a hipótese suposta neste estudo. Em contrapartida alguns países com universidades de alto rendimento em áreas específicas não estarem entre as melhores classificadas pode estar relacionado ao fato da não consideração dessas áreas nos indicadores analisados.

O aprimoramento das universidades não está na modificação dos indicadores, está na transformação das condições, práticas e culturas institucionais. Assim, os rankings não são ferramentas de melhoria de gestão universitária, eles apenas servem ao debate político em algumas áreas específicas.

É importante salientar que as universidades são instituições complexas e com objetivos diversos, sendo assim, existem muitas particularidades em áreas específicas que os rankings internacionais não conseguem captar quando avaliam as instituições como um todo.

O método se mostrou como mais um instrumento eficaz para processar dados complexos de instituições universitárias, sendo de suma importância para auxiliar no planejamento e definições de estratégias e auxiliar na identificação do modelo de gestão adequado para cada realidade levando em conta suas semelhanças e suas particularidades.

REFERÊNCIAS

- AGUILLO, I. F.; ORTEGA, J. L.; FERNÁNDEZ, M. Webometric ranking of world universities: Introduction, methodology, and future developments. *Higher Education in Europe*, v. 33, n. 2–3, p. 233–244, (2008).
- COSTA, J. A. F.; ANDRADE, J. R. DE; PASA, L. A. Visualização e análise de dados dos índices de desenvolvimento humano (IDHM) dos municípios do Rio Grande do Norte usando mapas de Kohonen. *12th International Conference on Information Systems & Technology Management - CONTECSI. Anais...São Paulo, SP*, (2015).
- COSTA, J. A. F.; GOMES, G. Process modeling and monitoring using self-organizing maps. *10th International Conference on Information Systems and Technology Management – CONTECSI. Anais...São Paulo, SP*, (2013).
- EHSANI, A. H.; QUIEL, F.; MALEKIAN, A. Effect of SRTM resolution on morphometric feature identification using neural network-self organizing map. *GeoInformatica*, v. 14, n. 4, p. 405–424, (2010).
- HAYKIN, S. *Redes Neurais - Princípios e Práticas*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 902p, (2001).
- KASKI, S. *Data Exploration Using Self-Organizing Maps*. 1997. 57 f. Thesis (Doctor) - Computer Science And Engineering, Helsinki University Of Technology, Espoo, (1997).
- KOHONEN, T.: The self-organizing map, *Proc. IEEE*, vol. 78, no. 9, pp. 1464–1480, (1990).
- KOHONEN, T. Essentials of the self-organizing map. *Neural Networks*, v. 37, p. 52–65, 2013.
- KOLEHMAINEN, M.: *Data exploration with self-organizing maps in environmental informatics and bioinformatics*, Helsinki University of Technology, (2004).
- RAUHVARGERS, A.: *global university rankings and their impact*. Brussels, European University Association Asbl, p.85. (2011).
- RAUHVARGERS, A.: *Global University Rankings and Their Impact - Report II*. Brussels: European University Association Asbl, p.88. (2013).
- RUEDA, J. L.; LIMA, P. G.: O Projeto Alfa Tuning E a Expansão Do Modelo De Ensino Superior Europeu Na América Latina. *InterMeio: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação - UFMS*, v. 24, n. 47, p. 77–98, (2018).
- SANTOS, S. M.: *O desempenho das universidades brasileiras nos rankings internacionais: áreas de destaque da produção científica brasileira*, Universidade de São Paulo, 2015.
- THERY, H.: *Classificações de universidades mundiais, “Xangai” e outras*. Estudos Avançados,

v. 24, n. 70, p. 185–205, (2010).

WEBOMETRICS, R. W. OF U. 2020. homepage, <http://www.webometrics.info/en/Methodology>, last accessed 2020/02/02.

ZUCHINI, M. H.: Aplicações de mapas auto-organizáveis em mineração de dados e recuperação de informação. 2003. 227 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, (2003).